



# *O Fogo é Sempre um Vilão nos Campos Rupestres?*

Ruy José Válka Alves<sup>1</sup> & Nílber Gonçalves da Silva<sup>1</sup>

Recebido em 6/3/2011 – Aceito em 3/7/2011

**RESUMO** – Os campos rupestres ocupam menos de 3% das áreas de Cerrado e Caatinga, mas abrigam uma proporção significativa das espécies vegetais vasculares presentes nestes biomas. Embora várias adaptações ao fogo já tenham sido descritas para savanas do Brasil, ainda há carência de estudos sistemáticos do efeito do fogo nos campos rupestres. Este artigo visa comentar os efeitos combinados do fogo, gado e capim gordura na vegetação de campo rupestre.

**Palavras-chave:** biodiversidade; cerrado; savana; fogo natural.

**ABSTRACT** – *Campo rupestre* vegetation occupies less than 3% of the Brazilian *Cerrado* and *Caatinga* biomes, but it harbors a significant proportion of all vascular plant species present in these biomes. Even though many adaptations to fire have been described for plants from the Brazilian savannas, systematic surveys of the effects of fire on *campo rupestre* vegetation are still insufficient. In this paper we comment the combined effects of fire, cattle and molasses grass in *campo rupestre* vegetation.

**Keywords:** biodiversity; cerrado; savanna; natural fire.

## Introdução

Desde 1907, em algumas unidades de conservação dos Estados Unidos e Canadá, o fogo prescrito, ateado e controlado pelas autoridades conservacionistas se tornou uma valiosa ferramenta de manejo objetivando a redução de combustível, preparação de sítios de germinação, manutenção de habitats compatíveis com grandes mamíferos, estabilização de nascentes e outros fins (National Park Service 1999, U.S. Geological Survey 2000, Olson & Noble 2005, Parks Canada 2011). Com mais estudos, a visão brasileira prevalentemente negativa do fogo poderá vir a ser mudada e julgada caso a caso.

O fogo natural em ecossistemas florestais é um evento pontual e ocasional, com periodicidade secular. As queimadas nas florestas da Amazônia Brasileira representam um fator de diminuição da biodiversidade em proporções significativas, sendo objeto de má repercussão internacional. Sendo um dos maiores biomas brasileiros, o Cerrado é integrado principalmente por savanas. Nas principais savanas do mundo, o fogo periódico é um fator ambiental determinante e necessário para a manutenção do equilíbrio biológico. Sua importância nas savanas da África e Austrália é relativamente bem conhecida, mas existem grandes lacunas no conhecimento científico dos efeitos do fogo nas savanas do Brasil. Por exemplo, sabemos pouco sobre a periodicidade adequada do fogo nos vários tipos fitofisionômicos de Cerrado.

O Cerrado é o bioma savânico tropical com a maior riqueza em espécies do mundo, contando sua flora com 12.356 espécies de plantas vasculares (Sano *et al.* 2008). Grande parte da flora do Cerrado se diversificou durante os últimos 10 milhões de anos, quando as gramíneas C4, inflamáveis, se tornaram dominantes (Simon *et al.* 2009). Antes da colonização européia, o Cerrado cobria 2 milhões de km<sup>2</sup> (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). A Caatinga também é savânica em amplas extensões e ocupa boa parte dos 900.000 ha do nordeste semiárido brasileiro (Conceição & Giullietti 2002, Queiroz 2006, Conceição *et al.* 2007).

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Museu Nacional, Departamento de Botânica, Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP: 20940-040. E-mails: [ruyvalka@yahoo.com](mailto:ruyvalka@yahoo.com); [nilberius@gmail.com](mailto:nilberius@gmail.com)

Os campos rupestres representam um mosaico de vegetação sobre afloramentos rochosos e solos litólicos (Alves *et al.* 2007, Benites *et al.* 2007). Embora os campos rupestres, um ecossistema exclusivamente Brasileiro, representem menos de 3% da área do Cerrado e da Caatinga, eles abrigam, de forma exclusiva, uma parte muito significativa das espécies vegetais desses biomas (Alves & Kolbek 2009).

Se, no Cerrado, o fogo constitui um fator natural determinante da vegetação, tendo estimulado o aparecimento recente e *in situ* de um grande número de adaptações por parte dos vegetais (Simon *et al.* 2009), até o presente foram publicados apenas três estudos pontuais sobre os efeitos do fogo sobre a vegetação de campos rupestres: Carmo *et al.* (2007) (em campo rupestre sobre canga), Kolbek & Alves (2008) e Neves & Conceição (2010).

Entretanto, existem dados inéditos de diversos autores que podem ser sistematizados, fornecendo uma comparação razoável dos efeitos do fogo sobre campo rupestre (em afloramentos rochosos e areia quartzítica) e sobre cerrado (aqui entendidas como as formações de Cerrado em latossolo). O objetivo desta nota é contextualizar os dados relevantes sobre o fogo em campos rupestres.

### O fogo no bioma cerrado

A fitofisionomia predominante que conhecemos do bioma Cerrado foi moldada por um conjunto de fatores bióticos e abióticos que coexistiam até o Pleistoceno. Muito antes da chegada dos primeiros humanos nas Américas, havia uma megafauna rica e diversificada nas savanas da América do Sul (Fariña *et al.* 1998, Cartelle 1999), com um papel determinante para a estrutura das comunidades vegetais (Janzen & Martin 1982, Janzen 1986).

Entretanto, o grande número de espécies vegetais com adaptações especializadas indica que a co-evolução do Cerrado com o fogo foi mais demorada. Para Beerling & Osborne (2006), o fogo vem sendo importante nas savanas há 8 milhões de anos. As adaptações ao fogo, tais como ritidoma espesso (Figura 1), xilopódios, tubérculos (Figura 2), bulbos, cormos e rizomas subterrâneos são exibidas por espécies pertencentes a numerosas famílias distintas (Bond & Keeley 2005, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Silva & Batalha 2010).



Figura 1 – Toco de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lythraceae) uma semana após o fogo. Notar o espesso ritidoma e a plântula de capim gordura crescendo na fissura da casca. Serra de São José, Tiradentes, MG, agosto de 2010. Foto: R. J. V. Alves.

Figure 1 – Stump of *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lythraceae) one week after fire. Note the thick rhytidome and the plantlet of molasses grass growing in the bark fissure. Serra de São José, Tiradentes, MG, August 2010. Photo: R. J. V. Alves.



Figura 2 – Espécime de *Pfaffia jubata* Mart. (Amaranthaceae) florido uma semana após o fogo. Notar o tubérculo subterrâneo – adaptação ao fogo. Serra de São José, Tiradentes, MG, agosto de 2010. Foto: R. J. V. Alves.

Figure 2 – Specimen of *Pfaffia jubata* Mart. (Amaranthaceae) in flower one week after fire. Note the underground tuber – an adaptation to fire. Serra de São José, Tiradentes, MG, August 2010. Photo: R. J. V. Alves.

Uma segunda onda de devastação, também pouco estudada, se iniciou com a introdução de espécies forrageiras para o ciclo do gado bovino, muitas das quais se tornaram invasoras. A população de gado no Brasil atualmente se equipara à dos humanos (Schlesinger 2010), sendo que as áreas de pastagens ocupam no país aproximadamente 172 milhões de hectares, enquanto as destinadas à lavoura totalizam menos de 77 milhões de hectares. Hoje, as regiões Norte e Centro-Oeste, onde se situam a Floresta Amazônica e o Cerrado, são as que apresentam as maiores taxas de expansão do rebanho bovino no Brasil, cuja população em 2008 era de 169 milhões de cabeças (Schlesinger 2010). O esterco depositado pelo gado altera a fertilidade dos solos do Cerrado, provocando uma maior cobertura de capins (geralmente espécies exóticas invasoras) e facilitando a dispersão do fogo (Kolbek & Alves 2008). O aumento da frequência do fogo no Cerrado resultará na redução do número de espécies lenhosas (Miranda *et al.* 2002).

### Mudanças no ciclo do fogo natural no campo rupestre

No Neotrópico, os efeitos do fogo sobre comunidades vegetais associadas aos afloramentos rochosos ainda são pouco conhecidos (Safford 2001, Carmo *et al.* 2007). Pelo menos no domínio do Cerrado, os campos rupestres apresentam uma flora com muitas adaptações ao fogo (Giulietti



et al. 1987, Kolbek & Alves 2008). As espécies associadas a afloramentos rochosos, como as Velloziaceae, apresentam seus caules protegidos por densas camadas de bainhas foliares que representam um eficiente isolamento térmico ao fogo rápido. Muitas espécies lenhosas apresentam um ritidoma espesso com a mesma função. O fogo danifica a periferia das rosetas de espécies herbáceas, como *Paepalanthus planifolius* (Bong.) Körn. (Eriocaulaceae), mas as partes centrais das plantas sobrevivem e se regeneram rapidamente (Kolbek & Alves 2008). Até mesmo espécies com estruturas delicadas em solos arenosos podem apresentar adaptações, como *Genlisea pygmaea* A. St.-Hil., planta carnívora que possui um pequeno tubérculo (Rivadavia 2007) que garante a sobrevivência após a passagem do fogo. Algumas espécies são pirófitas: só conseguem se reproduzir quando há fogo. Um exemplo clássico é *Bulbostylis paradoxa* (Cyperaceae, Figura 3), que só floresce poucos dias depois que as folhas da planta são queimadas. Em anos sem fogo, essa espécie sequer produz flores (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Outras plantas têm floração em massa induzida pelo fogo, como algumas Eriocaulaceae (Figueira 1998) e Velloziaceae (Ribeiro & Figueira 2011), e sem fogo apresentam floração esparsa no tempo e no espaço.



Figura 3 – *Bulbostylis paradoxa* (Spreng.) Lindm. (Cyperaceae) florido três dias após o fogo. Serra de São José, Tiradentes, MG, agosto de 2010. Foto: R. J. V. Alves.

Figure 3 – *Bulbostylis paradoxa* (Spreng.) Lindm. (Cyperaceae) flowering three days after fire. Serra de São José, Tiradentes, MG, August 2010. Photo: R. J. V. Alves.

Por diminuírem a capacidade de alastramento do fogo, as áreas desnudas dos afloramentos rochosos constituem um fator natural de proteção para a vegetação rupestre (Neves & Conceição 2010). Entretanto, por sua capacidade de propagar fogo e sua elevada plasticidade em ocupar diversos tipos de solo em diferentes climas, o capim gordura, *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Poaceae), ora presente desde a Venezuela (Barger et al. 2003) até o sul do Brasil (Silva et al. 2003, Hoffmann et al. 2004, Martins et al. 2004, Kolbek & Alves 2008) é uma das espécies vegetais invasoras mais agressivas no Neotrópico. A introdução desta espécie é secular, tendo sido descrita em 1812 com *typus* do Brasil (provavelmente do Rio de Janeiro) e desde então invadiu não apenas os pastos, mas também praticamente todas as áreas dos campos rupestres e de altitude, inclusive os afloramentos rochosos observados por nós, autores. A presença de *M. minutiflora* alterou profundamente a ecologia dos campos rupestres, pois na estação árida as moitas desse capim conectam ilhas de vegetação que antes permaneciam isoladas, além de proverem material combustível extra para a iniciação de fogo, fenômeno também verificado em outras formações campestres (D'Antonio & Vitousek 1992). Dessa forma, o fogo se espalha e afeta proporções maiores de campo rupestre do que era costumeiro antes da invasão.

Com o aporte de esterco do gado, estranho aos campos rupestres, a biomassa de capim gordura potencialmente cresce. As moitas de capim gordura seco também acumulam por vários anos, representando combustível e calor adicionais nas ocasiões das queimadas, matando até mesmo as plantas que eram adaptadas ao fogo sazonal menos quente. Nas serras estudadas por nós (Bico de Pedra, Caraça, Carrancas, Chapada, Ibitipoca, Lenheiro, Ouro Branco, Ouro Grosso e São José), todas em Minas Gerais e algumas inseridas em unidades de conservação (e. g. Serra de Ibitipoca, no Parque Estadual do Ibitipoca e Serra de São José, abarcada pela Área de Proteção Ambiental (APA) Serra de São José, o Refúgio Estadual de Vida Silvestre Libélulas da Serra de São José e a Área de Proteção Especial Serra São José), isto tem sido significativamente danoso para espécies de Velloziaceae, antes relativamente imunes ao ciclo natural do fogo (Kolbek & Alves 2008).

Nas áreas de afloramentos rochosos, observamos que se o fogo não ocorre por algumas décadas, haverá um grande acúmulo de combustível: as fissuras ficam tomadas por capim gordura seco, e há lenha morta conectando as moitas de vegetação arbustivo-arbórea. A chegada do fogo em uma área rupestre dessas acaba matando uma parte da vegetação, que, ao contrário das formações de cerrado sobre latossolo, geralmente não conta com um solo profundo para esconder suas gemas e xilopódios. Por outro lado, fogo muito frequente poderá interferir negativamente na riqueza de espécies arbóreas, assim como observado no Cerrado. Keeley & Zedler (1978) sugeriram que curtos períodos entre eventos de fogo tendem a eliminar as espécies recrutadas apenas por sementes.

Num estudo de regeneração pós-fogo no Quadrilátero Ferrífero, Carmo *et al.* (2007) sugeriram que campo rupestre ferruginoso (sobre canga) é adaptado ao fogo e apontaram para a importância das estações do ano. Como o fogo estudado por esses autores ocorreu no meio da estação seca, durante os primeiros dois meses, praticamente toda a regeneração foi decorrente da rebrota de vegetais com gemas subterrâneas e outras estruturas perenes. Entretanto, com o início das chuvas, a germinação de sementes foi a responsável pela maior parte da regeneração. Concluíram que nas cangas estudadas o fogo passa rapidamente, sem danificar as estruturas de reservas subterrâneas e sem destruir o banco de sementes.

Ao contrário dos campos abertos, as espécies que ocorrem em florestas tropicais, de maneira geral, não possuem adaptações significativas que façam com que estas resistam ao fogo frequente. Deste modo, o fogo nestas formações deve sempre ser combatido visto que o intervalo da passagem de fogo natural pelas florestas é muito provavelmente bem mais longo que em outros locais, onde as adaptações são inúmeras e bem visíveis.

## Conclusão

No bioma Cerrado, muitas espécies formam estruturas de resistência ao fogo. Embora essas estruturas já fossem observadas e interpretadas por pesquisadores antigos como Warming (1908), Rawitscher *et al.* (1943) e Rawitscher & Rachid (1946), mesmo no Cerrado o fogo ainda vem sendo interpretado apenas como um vilão.

No Brasil algumas unidades de conservação têm seus corpos contratados e voluntários de combate a incêndios. Muitas vezes os combates são efetuados ao fogo natural ocorrido em vegetação nativa, adaptada ao fogo e distante de áreas de pecuária ou matas. Isto pode causar um acúmulo de matéria orgânica seca, que, quando finalmente pega fogo, causa um incêndio mais intenso afetando até mesmo as espécies adaptadas. Esse acúmulo pode ainda favorecer a dominância de gramíneas altas de metabolismo C<sub>4</sub>, reduzindo drasticamente as populações de centenas de espécies, ameaçando estas de extinção (Howe 1994).

Mesmo que o intervalo do fogo nas savanas seja mais curto que em outros locais, isto não deve de maneira alguma ser encarado como um incentivo à queima de pastagens naturais ou não, devendo o fogo intencional não prescrito ser sempre veementemente combatido.

O gado é indesejável em áreas de vegetação natural de savana, por ser responsável pela introdução e disseminação de espécies invasoras conhecidamente favorecedoras do fogo freqüente e mais intenso, além da eutrofização de solos arenosos oligotróficos. Segundo Overbeck *et al.* (2007), o pastoreio excessivo também é uma ameaça real aos campos naturais do sul do Brasil, mal representados em Unidades de Conservação.

Será preciso intensificar os estudos de caso para determinar em quais áreas o fogo é desejável e com qual periodicidade. Apenas então, os esforços de conservação poderão ser direcionados de uma forma mais eficaz para a conservação dos biomas savânicos perante o fogo.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas ao primeiro e segundo autor, respectivamente.

## Referências bibliográficas

- Alves, R.J.V.; Cardin, L. & Kropf, M.S. 2007. Angiosperm Disjunction “Campos Rupestres – Restingas” – a re-evaluation. **Acta Botanica Brasilica**, 21(3): 675–685.
- Alves R.J.V. & Kolbek J. 2009. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology**, 207(1): 67–79.
- Barger, N.N.; D’Antonio, C.M.; Ghneim, T. & Cuevas, E., 2003: Constraints to colonization and growth of the African grass, *Melinis minutiflora*, in a Venezuelan savanna. **Vegetatio**, 167(1): 31–43.
- Beerling, D.J. & Osborne, C.P. 2006. The origin of the savanna biome. **Global Change Biology**, 12: 2023–2031.
- Benites, V. de M.; Schaefer, C.E.; Simas, F.N.B. & Santos, H.G., 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, 30(4): 569–577.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. 2005. Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution**, 20(7): 387–194.
- Carmo, F.F.; Sousa, E.; Fonseca, F.C.; Ribeiro, L.C. & Jacobi, C.M. 2007. Recrutamento pós-fogo em dois habitats de um campo rupestre ferruginoso (canga) na Serra da Moeda, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. pp. 1-2 Caxambu, MG.
- Cartelle, C. 1999. **Pleistocene mammals of the cerrado and caatinga of Brazil. Mammals of the Neotropics: the central neotropics**. p. 27-46. In: J. F. Eisenberg & K. H. Redford. (eds.) Chicago, University of Chicago Press.
- Conceição A.A. & Giulietti A.M. 2002. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, 29: 37–48.
- Conceição A.A.; Giulietti A.M. & Meirelles S.T. 2007. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 21(2): 335–347.
- D’Antonio, C.M. & Vitousek, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 23:62–87.
- Fariña, R.; Vizcaíno, S.F.; & Bargo, M.R. 1998. Body mass estimations in Lujanian (Late Pleistocene-early Holocene of South America) mammal megafauna. **Mastozoologia Neotropical**, 5: 87–108.
- Figueira, J.E.C. 1998. **Dinâmica de populações de *Paepalanthus polyanthus* (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, MG**. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas. 112p.

Giulietti, A.M.; Menezes, N.L.; Pirani, J.R.; Meguro, M. & Wanderley, M.G.L. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 9: 1-151.

Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I., 2006. **Life in the Cerrado, a South American tropical seasonal ecosystem**, Vol. 1: Origin, structure, dynamics and plant 'use. Abt. Syst. Bot. Ökol. Bot. Garten Univ. Ulm. 277 p.

Hoffmann, W.A.; Lucatelli, V.M.P.C.; Silva, J.F.; Azevedo, I.N.C.; Marinho, M. da S.; Albuquerque, A.M.S.; Lopes, A. de O. & Moreira, S.P., 2004. Impact of the invasive alien grass *Melinis minutiflora* at the savanna-forest ecotone in the Brazilian Cerrado. **Diversity and Distributions**, 10(2): 99-103.

Howe, H.F. 1994. Managing species diversity in tallgrass prairie: assumptions and implications. **Conservation Biology**, 8(3):691-704.

Janzen, D.H. 1986. Chihuahuan desert nopalers: defaunated big mammal vegetation. Annual Review of Ecology, **Evolution and Systematics**, 17: 595-636.

Janzen, D.H. and Martin, P.S. 1982. Neotropical anachronisms: the fruits the gomphotheres ate. **Science**, 215: 19-27.

Keeley, J.E. & Zedler, P.H. 1978. Reproduction of chaparral shrubs after fire: a comparison of sprouting and seeding strategies. **The American Midland Naturalist**, 99: 142-161.

Kolbek J. & Alves R.J.V. 2008. Impacts of Cattle, Fire and Wind in Rocky Savannas, Southeastern Brazil. – **Acta Universitatis Carolinae Environmentalica**, 22: 111-130.

Martins, C.R.; Leite, L.L. & Haridasan, M. 2004: Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, 28(5): 739-747.

Miranda, H.S.; Bustamante, M.C. & Miranda, A.C. 2002. The fire factor. p. 51-68. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.) **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. Columbia University Press, New York, NY, US.

National Park Service. 1999. **Prescribed Fire Planning, Implementation, and Evaluation Procedures**. [http://web.mac.com/linnog/Fire\\_Arch/Prescribed\\_Fire\\_files/RXFIRE.PDF](http://web.mac.com/linnog/Fire_Arch/Prescribed_Fire_files/RXFIRE.PDF). (Acesso em 19/5/2011)

Neves, S.P.S. & Conceição, A.B. 2010. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botanica Brasilica**, 24(3): 697-707.

Olson, R. & Noble, C. 2005. The Geological Foundation for Prescribed Fire in Mammoth Cave National Park. **Geodiversity & Geoconservation**, 22(3):22-28.

Parks Canada. 2011. <http://www.pc.gc.ca/pn-np/ab/banff/plan/plan12.aspx>. (Acesso em 19/5/2011)

Overbeck, G.E.; Müller, S.C.; Fidelis, A.; Pfadenhauer, J.; Pillar, V. D.; Blanco, C. C.; Boldrini, I. I.; Both, R. & Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 9:101-116.

Queiroz, L.P. 2006. The Brazilian caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. P. 113-149. In: Pennington R.T, Lewis G.P & Ratter J.A (eds.) **Neotropical dry forests and savannas**. Royal Botanical Garden, Edinburgh.

Rawitscher, F.; Ferri, M.G. & Rachid, M. 1943. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 15: 267-294.

Rawitscher, F. & Rachid, M. 1946. Troncos subterrâneos de plantas brasileiras. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 18(4): 261-280.

Ribeiro, M.C. & J.E.C. Figueira. 2011. Uma abordagem histórica do fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 1(2): 212-227.

Rivadavia, F. 2007. A *Genlisea* Myth is confirmed. **Carnivorous Plants Newsletter**, 36(4): 122-125.



- Schlesinger, S. 2010. Onde Pastar? O Gado Bovino no Brasil. **Walprint Gráfica e Editora**. [www.boell-latinoamerica.org/downloads/gado\\_brasil\\_sergio\\_schlesinger.pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/gado_brasil_sergio_schlesinger.pdf)
- Safford, H.D. 2001. Brazilian Páramos. III. Patterns and rates of postfire regeneration in Campos de Altitude. **Biotropica** 33: 282–302.
- Sano, S.M.; Almeida, S.P. de & Ribeiro, J.F. 2008. **Cerrado - Ecologia e Flora**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 1279 p.
- Silva, I.A. & Batalha, M.A. 2010. Phylogenetic structure of Brazilian savannas under different fire regimes. **Journal of Vegetation Science**, 21: 1003–1013.
- Silva, M.S.; Pompeu, M.S.; Paula, S. de & Porfírio, S., 2003. Distribuição espacial e densidade de gramínea invasora (*Melinis minutiflora* Beauv.) no Parque Nacional da Serra do Cipó. p. 531–532. In: **Resumos: VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza,.
- Simon, M.F.; Grether, R.; de Queiroz, L.P.; Skema, C.; Pennington, R.T. & Hughes, C. E. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **PNAS online** (DOI: 10.1073/pnas.0903410106).
- U. S. Geological Survey; 2000. Fire Ecology of South Florida Pinelands. [http://fl.biology.usgs.gov/Center\\_Publications/Fact\\_Sheets/snyderflier.pdf](http://fl.biology.usgs.gov/Center_Publications/Fact_Sheets/snyderflier.pdf). (Acesso em 19/5/2011)
- Warming E. 1908, **Lagoa Santa. Contribuição para a Geographia Phytobiológica**. Tradução de E. Löfgren. Imprensa Oficial do estado de Minas Geraes, Bello Horizonte. Reprint 1973.